Ueber die

Wirkung der Mucilaginosa

auf motorische und sensible Nerven.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen medicinischen Fakultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

gesamten Medicin

vorgelegt von

Leopold Katz

aus Jesberg in Hessen-Nassau.

München.

Buchdruckerei von M. Ernst.

1895.

Ueber die

Wirkung der Mucilaginosa

auf motorische und sensible Nerven.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen medicinischen Fakultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

gesamten Medicin

vorgelegt von

Leopold Katz

aus Jesberg in Hessen-Nassau.

München.

Buchdruckerei von M. Ernst.

1895.

Referent: Herr Professor Dr. Tappeiner.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Die Mucilaginosa sind ein Kapitel der Pharmakologie, deren eingehende Besprechung bis jetzt unterblieb, und zwar aus naheliegenden Gründen, weil man sie nach den Ansichten der meisten Autoren für chemisch indifferente Substanzen hält. Wenn sich nun auch in keiner Weise die Richtigkeit dieser Ansicht bestreiten lässt, so bleibt doch für den Pharmakologen die Thatsache voll und ganz zu Recht bestehen, dass die Mucilaginosa ein höchst wichtiger Arzneischatz sind. Auf den Namen „Heilmittel" im engsten Sinne des Wortes können sie natürlich keinen Anspruch machen, immerhin aber beweist ihre häufige Anwendung, dass sie für die angewandte Medicin von grosser Wichtigkeit sein müssen. Schon in der frühesten Medicin des Orients hat man von ihrer reizlindernden Wirkung — und dies weiss man namentlich von der Althaea — Gebrauch gemacht und ihre Anwendung geschieht auch heute noch in recht ausgiebiger Weise. Wenn wohl in der Medicin gesagt werden darf, dass die Erfahrung am Krankenbett die Dosierung eines Mittels befürworte, so gilt dieser Satz in ganz ausgesprochener Weise für die Mucilaginosa. Denn der wissenschaftliche Nachweis, der dann dem Arzte für seine Erfahrung eine Stütze gebe, ist bis jetzt nicht beigebracht worden.

Erst Schmiedeberg hat sich bestimmter geäussert, indem er sagt, dass die Schleimstoffe: „die

Resorption anderer Substanzen zu verzögern im Stande sind.“ Nun hat in neuester Zeit Brandl auf dem Wege des Tierexperiments gezeigt, dass die Mucilaginosa die Resorption anderer Stoffe verzögern können. So ermittelte er in einer Reihe von Versuchen, dass Stärke, Gummi arabicum und Althaeaschleim die Resorption von einer 15%igen Peptonlösung und einer 5%igen wässerigen Jodnatriumlösung ganz erheblich herabsetzen. Er fand z. B., dass in der gleichen Versuchszeit von einer Peptonlösung ohne Zusatz 11,4 % — mit Zusatz eines Mucilago 2,3 % resp. 1,8 % resorbiert waren. Für Jodnatrium fand Brandl die Resorption bei Zusatz von Pflanzenschleim sogar bis aufs Zwanzigfache herabgesetzt. Diese Versuche beweisen, dass die Mucilaginosa vermöge ihrer fadenziehenden, zähen, die Molecule anderer Stoffe einhüllenden Eigenschaft, ein osmotisches und resorptives Hinderniss bilden. Bleiben wir bei dieser Annahme, dass also die Mucilaginosa die Molecule reizender, scharfer, leicht diffundierender Agentien umfangen, so kann man vermuten, dass sie bei nervenschädigenden Einflüssen, welche Salzlösungen z. B. hervorrufen, in analoger Weise wirken. Auf dieser rein theoretischen Erwägung fussend, habe ich es unternommen an Tierexperimenten „die Wirkung der Mucilaginosa auf motorische und sensible Nerven“ zu prüfen.

I. Teil.

Die Wirkung der Mucilaginosa auf motorische Nerven.

Bei meinen Versuchen, die ich im pharmakologischen Laboratorium anstellte, hielt ich mich an Grützner's Methode.

Zu allen Versuchen benützte ich als Reizobjekt den Nervus ischiadicus von Rana esculenta. Nach Tötung und Enthäutung nach der gebräuchlichen Dubois-Reymond'schen Methode wurde der Nerv an seiner Austrittsstelle aus dem Rückenmark unterbunden, abgeschnitten und frei bis zum Kniegelenk unter grösstmöglicher Schonung mit Scheere und Pincette präpariert und dort oberhalb desselben nach Durchtrennung des Femur von allen Muskeln befreit, so dass er nur mit dem Unterschenkel und Fuss zusammenhängt. Die Haut zog ich nicht vom Unterschenkel ab, damit nicht das Präparat durch Luftzutritt vertrockne. War der Nerv auf diese Weise präpariert, so wurde er in physiologischer Kochsalzlösung ausgewaschen und sofort weiter benutzt.

Zu allen Versuchen ferner verwendete ich zwei Glasplatten von 10 cm Länge im Geviert, auf denen sich je ein in Paraffin getränktes Korkstück aufgesiegelt befand, das in seiner Mitte ein Loch von 2 cm Durchmesser hatte. In dieses Loch kamen Wattebäuschchen,

getränkt mit der betreffenden Flüssigkeit a) der reizenden Substanz, die mir bei meinen Versuchen als Controle diente, b) der Mucilaginosa. Ueber dieses Wattebäuschchen kam das obere Nervenende zu liegen — ich reizte stets nur das centrale Ende — darüber wieder ein Wattebausch mit der gleichen Flüssigkeit, so dass also das centrale Nervenende zwischen zwei Schichten der zu prüfenden Flüssigkeit ruhte; der Rest der Nerven befand sich zwischen Wattebäuschchen, die mit 0,6 % physiologischer ClNa-Lösung getränkt waren.

Zur Messung der Erregbarkeit diente der Rollenabstand in Centimetern eines Dubois-Reymond'schen Schlittenapparates, armiert mit einem Tauchelement, das seine Stromwirkung auf eine an den Enden des Schlittenapparates befestigte Reizgabel übertrug. Sollte nun die Erregbarkeit beider Nervenpräparate verglichen werden, und dies geschah alle fünf Minuten, so wurde das centrale Nervenende an dem Unterbindungsfaden mit grosser Vorsicht aufgehoben, über die Enden der Reizgabel gelegt, und sobald Zuckung in dem Schenkel auftrat, der Rollenabstand notiert.

Was die reizenden Substanzen betrifft, die ich zur Controle bei meinen Versuchen mit Mucilaginosen verwendete, so bemerke ich nur, dass ich Grützner's Normallösungen, wie er sie in den Kapiteln über chemische Reizung von motorischen und sensiblen Nerven angiebt, verwendete. Ich benutzte ClNa und ferner ein auf die Nervensubstanz überaus deletär wirkendes Salz ClK. Bei den einzelnen Experimenten habe ich jedesmal die Concentration der Salzlösungen, ob moleculäre, aequimoleculäre etc. verwendet wurden, genau angegeben, so dass ich an dieser Stelle

darauf verzichten kann, auf die Sache näher einzugehen.

Es bleibt nur noch übrig den Mucilaginosen mit einigen Worten zu gedenken. Ich verwendete deren drei Arten: 1. Gummi arabicum, 2. Amylum Solani (Kartoffelstärke), 3. Althaea. Ich musste bei der Wahl sehr vorsichtig sein und nur solche Mucilaginosen wählen, bei denen der Pflanzenschleim seine Hauptwirkung entfalten und nicht durch unangenehme Nebenwirkungen von ätherischen Oelen, Alcaloiden, Salzen etc. beeinträchtigt werden konnte. Meist wurden die Lösungen frisch vor jedem Versuche bereitet, um dem Sauerwerden derselben auf diese Weise vorzubeugen. Der Stärkekleister und der Mucilago Althacae wurden Tags vorher kalt angesetzt und dann erst 24 Stunden darauf fertig gestellt und benützt; bei der hohen Concentration des Stärkekleisters (20 : 100 aq. dest.) liess ich noch die Vorsicht walten, die betreffenden Salzlösungen mitzuverkleistern, um so ein recht inniges Gemenge der Substanzen zu erzielen. Ueberhaupt war es mir bei der Prüfung der Mucilaginosen darum zu thun, jede Fehlerquelle zu vermeiden, recht genaue Resultate zu erhalten. Die Prüfung der Mucilaginosen selbst nahm ich so vor, dass ich mir Lösungen von ihnen bereitete, deren Zusatz an Salz der Concentration der Controllflüssigkeit gleichkam, so dass, wenn ich z. B. eine 5,85% ClNa-Lösung zur Controlle verwendete, ich also doppelte Gewichtsteile von Kochsalz für den zu prüfenden Mucilago nehmen musste. Ich verfuhr dabei so, dass ich mir eine z. B. 11,7% ClNa-Lösung herstellte, 50 cbcm von dieser Lösung mit 50 cbcm aq. dest. verdünnte, die übrigen 50 cbcm mit

50 cbcm eines x% Mucilagos vermengte. Da es mir aber auch darum zu thun war, einen Grenzwert für die Wirkung der Mucilaginosen zu bestimmen, d. h. eine Concentration zu finden, bei welcher sie keinen sichtbaren Einfluss mehr auf die Nerven haben, sie also unwirksam sind, so musste ich natürlich verdünnte Lösungen verwenden, bei denen ich allmählich grammweise mit dem Gummi arabicum etc. herunter ging. An der Spitze eines jeden Versuches habe ich genaue Daten betreffs der Concentration der Mucilaginosen gemacht, so dass das hier Gesagte genügen dürfte.

Dass die Reaktion der Mucilaginosa stets genau geprüft und neutral während der ganzen Versuchszeit gehalten wurde, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Dagegen glaube ich anführen zu müssen, dass gerade die hohen Temperaturgrade, wie ich sie während der Dauer meiner Versuche hatte (Durchschnitt 18° R.), leicht im Stande sind, Gährungsprocesse bei den Mucilaginosen einzuleiten, so dass die ursprünglich neutrale Reaktion in eine saure umschlägt; dieses sah ich einmal deutlich bei einem Versuche mit Stärkekleister eintreten, wobei die saure Reaktion durch Milchsäuregährung veranlasst war. Wenn ich an einzelnen Stellen schon erwähnt habe, welche Schwierigkeiten dem Beobachter bei den Experimenten in den Weg treten, so hielt ich es für meine Pflicht, eine grosse Anzahl von Versuchen zu machen. Ein Objekt wie das unsrige, „das physiologische Haustier", mit einer solchen Veränderung der Bedingungen, erfordert viele Versuche, wenn das aus ihnen gewonnene Resultat Vertrauen erwecken soll.

Um dieses auch beim Leser hervorzurufen, sei es mir vergönnt eine grössere Versuchsreihe anzuführen.

Versuchsreihe I.

A. Einfluss der Mucilaginosa auf die Erregbarkeit der motorischen Nerven.

Versuch I.

Schwacher weiblicher Frosch.

14. VI. Oberes Nervenende eingelegt:

In halbäquimoleculare Lösung. 2,92 % ClNa-Lösung.		In Mucilago-Gemisch, besteh. aus 2,92 gr. ClNa + Mucilago Gummi arabici 5,85 : 100 Aq. dest.	
Zeit	Rollenabstand	Zeit	Rollenabstand
3^{25} Präparat eingelegt	22	3^{28} Präparat eingelegt	24
3^{30}	22 1/2	3^{33}	24 1/2
3^{35}	23	3^{38}	25
3^{40}	24	3^{43}	25
3^{45}	25	3^{48}	25
3^{50}	25	3^{53}	25 1/2
3^{55}	24 1/2	3^{58}	25
4^{0}	24	4^{3}	24 1/2
4^{5}	23	4^{8}	24
4^{10}	22	4^{13}	23 1/2
4^{15}	22	4^{18}	23
4^{20}	21 1/2	4^{23}	22 1/2
4^{25}	21	4^{28}	22 1/2
4^{30}	21	4^{33}	22
4^{35}	21	4^{38}	22
4^{40}	20 1/2	4^{43}	22
4^{45}	20 1/2	4^{48}	22
4^{50}	20	4^{53}	21 1/2
4^{55}	20	4^{58}	21
5^{0}	20	5^{3}	20 1/2
5^{5}	19	5^{8}	20

Zeit	Rollenabstand	Zeit	Rollenabstand
5^{10}	18	5^{13}	20
5^{15}	$16^1/_2$	5^{18}	$19^1/_2$
5^{20}	16	5^{23}	19
5^{25}	15	5^{28}	$18^1/_2$
5^{30}	15	5^{33}	$18^1/_2$
5^{35}	$14^1/_2$	5^{38}	18
5^{40}	14	5^{43}	18

Betrachten wir diesen Versuch, so finden wir folgendes: 1) gesteigerte Erregbarkeit (normalerweise) und schnelleres Sinken derselben auf der ClNa-Seite, 2) langsameren Anstieg und ebensolchen Abfall auf der Mucilago-Seite. Es steigt demnach die Erregbarkeit des durch die ClNa-Lösung gereizten Nerven um 3 cm und sinkt in 105 Minuten um 9 cm. Dagegen beobachten wir auf der Mucilago-Seite zwar auch einen Anstieg der Erregbarkeit (um $1^1/_2$ cm, aber in längerer Zeit) und einen Abfall derselben in der gleichen Zeit um 7 cm. Entschieden hat hier der Mucilago erregbarkeitshindernd, reizlindernd gewirkt.

Versuch II.

18. VI. Dieselben Verhältnisse wie bei Versuch I.

Zeit	Rollenabstand	Zeit	Rollenabstand
3^5 Präparat eingelegt	23	3^8 Präparat eingelegt	$24^1/_2$
3^{10}	24	3^{13}	$24^1/_2$
3^{15}	$24^1/_2$	3^{18}	25
3^{20}	25	3^{23}	25
3^{25}	24	3^{28}	$25^1/_2$
3^{30}	24	3^{33}	25
3^{35}	$23^1/_2$	3^{38}	24
3^{40}	23	3^{43}	$23^1/_2$
3^{45}	$22^1/_2$	3^{48}	23

Zeit	Rollenabstand	Zeit	Rollenabstand
3^{50}	22	3^{53}	23
3^{55}	21	3^{58}	$22^{1}/_{2}$
4^{0}	$20^{1}/_{2}$	4^{3}	22
4^{5}	20	4^{8}	$21^{1}/_{2}$
4^{10}	$19^{1}/_{2}$	4^{13}	$20^{1}/_{2}$
4^{15}	$18^{1}/_{2}$	4^{18}	20
4^{20}	18	4^{23}	20
4^{25}	$17^{1}/_{2}$	4^{28}	20
4^{30}	17	4^{33}	$19^{1}/_{2}$
4^{35}	$16^{1}/_{2}$	4^{38}	19
4^{40}	$16^{1}/_{2}$	4^{43}	$18^{1}/_{2}$
4^{45}	$16^{1}/_{2}$	4^{48}	$18^{1}/_{2}$
4^{50}	16	4^{53}	18
4^{55}	16	4^{58}	18
5^{0}	$15^{1}/_{2}$	5^{3}	18
5^{5}	$15^{1}/_{2}$	5^{8}	18
5^{10}	15	5^{13}	$17^{1}/_{2}$
5^{15}	15	5^{18}	17
5^{20}	15	5^{23}	17
5^{25}	$14^{1}/_{2}$	5^{28}	17
5^{30}	14	5^{33}	$16^{1}/_{2}$
5^{35}	14	5^{38}	$16^{1}/_{2}$
5^{40}	$13^{1}/_{2}$	5^{45}	16

Zeigt schon Versuch I die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosen, so stimmt das Resultat des II. Experimentes ganz mit dem vorigen überein. Auf die Analyse des Versuches gehe ich nicht ein, ich möchte nur bei dieser Gelegenheit auf die beigegebene graphische Curve der Erregbarkeitsdifferenzen hingewiesen haben. Ich möchte behaupten, dass diese Darstellung uns noch evidenter das bis jetzt erhaltene Resultat beweist.

Versuch III.

19. VI. Weiblicher Frosch, mittelstark.

Zeit	Oberes Nervenende eingelegt in: aequimoleculare 5,85 % ClNa-Lösung	R.A.	Zeit	Mucilagogemisch aus: 5,85 gr ClNa + Mucilago Gummi arab. 11,7 : 100 Aq. dest.	R.A.
3^{0}	Präparat eingelegt	24	3^{3}	Präparat eingelegt	24
3^{5}		25	3^{8}		24½
3^{10}		25½	3^{13}		24½
3^{15}		26	3^{18}		25
3^{20}		26½	3^{23}		25
3^{25}		26	3^{28}		24½
3^{30}		25	3^{33}		23½
3^{35}		24	3^{38}		23
3^{40}		23	3^{43}		22½
3^{45}		22	3^{48}		21½
3^{50}		20	3^{53}		21
3^{55}		19½	3^{58}		20
4^{0}		19	4^{3}		19½
4^{5}		19	4^{8}		19
4^{10}		18½	4^{13}		18½
4^{15}		18	4^{18}		18
4^{20}		17½	4^{23}		17½
4^{25}		17	4^{28}		17½
4^{30}		16	4^{33}		17
4^{35}		15½	4^{38}		16½
4^{40}		15½	4^{43}		16½
4^{45}		15	4^{48}		16½
4^{50}		15	4^{53}		16
4^{55}		14½	4^{58}		16
5^{0}		14½	5^{3}		16
5^{5}		13	5^{8}		16
5^{10}		13	5^{13}		15½
5^{15}		12½	5^{18}		15½
5^{20}		12½	5^{23}		15
5^{25}		12	5^{28}		15

Versuch IV.

20. VI. Weiblicher Frosch, mittelstark.

Dieselben Verhältnisse wie bei dem vorigen Versuche.

Zeit		R.-A.	Zeit		R.-A.
2^{58}	Präparat eingelegt	$25^1/_2$	2^{55}	Präparat eingelegt	24
3^3		$26^1/_2$	3^0		$24^1/_2$
3^8		$27^1/_2$	3^5		$24^1/_2$
3^{13}		27	3^{10}		25
3^{18}		27	3^{15}		25
3^{23}		$26^1/_2$	3^{20}		$24^1/_2$
3^{28}		26	3^{25}		$24^1/_2$
3^{33}		$24^1/_2$	3^{30}		$23^1/_2$
3^{38}		24	3^{35}		23
3^{43}		$23^1/_2$	3^{40}		$22^1/_2$
3^{48}		$22^1/_2$	3^{45}		$22^1/_2$
3^{53}		22	3^{50}		22
3^{58}		$21^1/_2$	3^{55}		21
4^3		21	4^0		21
4^8		$20^1/_2$	4^5		21
4^{13}		20	4^{10}		21
4^{18}		20	4^{15}		21
4^{23}		$19^1/_2$	4^{20}		21
4^{28}		19	4^{25}		$20^1/_2$
4^{33}		$18^1/_2$	4^{30}		$20^1/_2$
4^{38}		$18^1/_2$	4^{35}		20
4^{43}		18	4^{40}		$19^1/_2$
4^{48}		$17^1/_2$	4^{45}		19
4^{53}		17	4^{50}		18
4^{58}		16	4^{55}		$17^1/_2$
5^3		15	5^0		$17^1/_2$
5^8		$14^1/_2$	5^5		17
5^{13}		14	5^{10}		17
5^{18}		$13^1/_2$	5^{15}		$16^1/_2$
5^{23}		13	5^{20}		16

Im Versuch III und IV benützte ich aecquimoleculare Normallösungen, doppelte Gewichtsteile jeglicher Substanz, wie ich sie in den beiden früheren Experimenten verwendete. Aber auch hier ergab sich, wie sich a priori vermuten liess, das gleiche Resultat: Auf der ClNa-Seite anfänglicher Anstieg der Erregbarkeit, und dann, wie die Curve zeigt, rascher Abfall. Dagegen lehrt die Betrachtung der Mucilagocurve:

1) Eine Zunahme der anfänglichen Erregbarkeit erfolgt auch hier.
2) Der Nerv bleibt aber beträchtliche Zeit auf seinem höchsten Erregungsstadium (Kuppe der Curve).
3) Das Sinken der Erregbarkeit geht langsamer vor sich.

Diese drei Thatsachen sind es, welche die Mucilaginosen charakterisieren. Ich gebe noch eine kleine Zahlentabelle, berechnet aus den Durchschnittszahlen der angeführten Versuche bei, welche diese Behauptungen noch unterstützen:

	ClNa	Mucilago
Anstieg erfolgt in Minuten	20	22½
Abfall erfolgt nach Minuten	124	124
Höchste Erregbarkeit in cm R.-A. betrug	26	25.2

Es bedeuten diese Zahlen: der Anstieg erfolgt nach 20 (22½) Minuten bis zu einer höchsten Erregbarkeit 26 (25,2) cm; der Abfall der Erregbarkeit erfolgt nach 124 Minuten um **13** (9) cm etc.

Mit diesem Versuche schliesse ich die erste Versuchsreihe ab, und modifiziere von nun an die Versuche in der Weise, dass die beiden Schenkel eingehüllt in den betreffenden Flüssigkeiten ruhig neben einander liegen. Sobald nun durch Einwirkung der zu prüfenden Substanzen Zuckung im Schenkel auftrat, wurde die Zeit notiert; ausserdem wurde von Zeit zu Zeit die Erregbarkeit der Nerven verglichen.

Versuchsreihe II.

B. Einfluss der Mucilaginosa auf die Erregungszeit motorischer Nerven.

Versuch V.

21. VI. Starker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit halbmoleculare 2,92 % ClNa-Lösung.	Zeit	Mucilago Gummi arabici 5,85 : 100 Aq. dest. + Natr. Chlor. 2,92 %
3^h	Präparat eingelegt	3^h	Präparat eingelegt.
3^{15}	Schwache Zuckung in der Wadenmusculat.	3^{15}	Ruhe.
3^{20}	Zuckungen in der III. Zehe	3^{20}	—
3^{22}	Mehrmals clon. Zuckungen in der Wadenmusculatur.	3^{22}	—
3^{26}	Clon. Zuckungen in der ganzen Extremität .	3^{26}	—
3^{30}	Zuckungen in der Wadenmusculatur . .	3^{30}	—
3^{43}	Schwache Zuckungen in der Wadenmuscul.	3^{43}	—
4^{10}	Schluss, es ist keine Zuckung mehr erfolgt.	4^{10}	—

Betrachten wir Versuch V, so zeigt sich hier in ganz auffallender Weise die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosen; während der ClNa-Schenkel häufig und kräftig zuckt, sehen wir den Mucilago-Schenkel ruhig und indifferent daliegen — indifferent insofern, dass der Nerv dadurch, dass das ClNa „umfangen" vom Mucilago seine Wirkung nicht entfalten kann, reaktionslos bleibt. Der Mucilago hat also infolge seiner physikalischen Eigenschaften es vermocht, die reizende Wirkung eines Salzes auf die Nervensubstanz herabzusetzen oder wie in Versuch V ganz aufzuheben. Bei der Prüfung um 4^{10} ergab sich der Mucilago-Nerv noch vollständig erregbar. (22 cm Rollenabstand.)

Versuch VI.

21. VI. Mittelstarker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 5,85 % ClNa-Lösung; aequimolecular.	R-A.	Zeit	5,85 % ClNa + Mucilago Gummi arabici 10 : 100.	R-A.
4^{40}	Präparat eingelegt		4^{40}	Präparat eingelegt	
4^{53}	Erste schwache Zuckung i. d. Zehen	$23^1/_2$	4^{53}	Ruhe	$23^1/_2$
4^{56}	Zuckung i. d. Wadenmusculatur		4^{56}	—	
4^{57}	Clon. Zuck. i. d. Zehen u. Wadenmusculat.		4^{57}	—	
5^0		25	5^0	—	23
5^{10}	Zuckungen i. d. Zehen		5^{10}	—	
5^{21}	Ruhe		5^{21}	Schwache Z. i. d. Zehen u. Fussmusculatur	
5^{30}	Clon. Zuckungen i. d. Wadenmusculatur (20 Sek. dauernd)		5^{30}	—	
5^{43}	Zuckung i. d. Wadenmusculatur		5^{43}	—	
5^{50}		$19^1/_2$	5^{50}		$21^1/_2$
6^{10}	Schluss. Es ist keine Zuckg. mehr erfolgt.		6^{10}		

Versuch VI ergiebt kurz gesagt das gleiche Resultat wie das vorige Experiment. Eine einzige schwache Zuckung im Vergleich zu der anhaltenden Aufregung auf der ClNa-Seite ist belanglos. Während der Mucilago-Schenkel ruhig und apathisch daliegt, befindet sich der ClNa-Schenkel in einer fortwährenden Unruhe, Contractionen, Krampf, Convulsionen, Clonus — alles folgt Schlag auf Schlag.

Der Versuch VII basiert auf den gleichen Gewichtsteilen der einzelnen Substanzen wie im vorigen Experiment, zeigt natürlich auch das gleiche Ergebniss.

Versuch VII.

25. VI. Schwacher weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit wie in Versuch VI	R.-A.	Zeit	Mucilago wie in Versuch VI	R.-A.
11^{5}	Präparat eingelegt		11^{5}	Präparat eingelegt	
11^{12}	Zuckungen in der Wadenmusculatur		11^{12}	Ruhe	
11^{14}	Zuckungen in den Zehen (anhaltend)		11^{14}	—	
11^{15}		27	11^{15}		25
11^{16}	Clon. Zuckungen, dann krampfart. Streckung und tetanische Spreizung d. Fusses		11^{16}	—	
11^{20}	Zuckungen i. d. kleinen Zehe und clon. Krämpfe in der Wadenmusculatur		11^{20}	Erste Zuckung in den Zehen und in der Wadenmusculatur	
11^{22} bis 11^{27}	Fortwährend clon. Zuckungen in der ganzen Extremität		11^{26}	Zuckung in der kleinen Zehe	
11^{29} bis 11^{42}	Spreizung d. Extremität, dann clon. Zuckungen i. d. Extremit.		11^{29}	Ruhe	
12^{10}		16	12^{10}		18
12^{20}	Es ist keine Zuckung mehr erfolgt	13	12^{20}		16

Versuch VIII.

26. VI. Mittelstarker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit aequimoleculare 5,85 % ClNa-Lösung	R.-A.	Zeit	11,7 gr. ClNa 10,0 gr. Amylum + 100 aq. dest.	R.-A.
10^{20}	Präparat eingelegt		10^{50}	Präparat eingelegt	
10^{55}		24	10^{55}		24
11^{0}	Zuckungen in der Wadenmusculatur		11^{0}	Ruhe	
11^{2}	Zuckungen i. d. Zehen, energ. krampfhafte Zuckungen in der Wadenmusculatur		11^{2}	—	
11^{5} bis 11^{20}	Heftige, anhaltende, clon. Zuckungen i. d. ganzen Extremität		11^{5}	—	
			11^{8}	Erste schwache Zuckung in den Zehen	
11^{22} bis 11^{25}	Clon. Zuckungen i. d. Wadenmusculatur		11^{20}	Zuckungen in der Wadenmusculatur	
11^{30} bis 11^{37}	Heftige, krampfhafte Zuckungen, anhaltend in den Zehen		11^{22}	Ruhe	
			11^{2}	—	
11^{40}		21	11^{40}		22
12^{10}		18	12^{10}		20
12^{20}	Es ist keine Zuckung mehr erfolgt	16	12^{20}		19

Wenn ich an diesen Versuch einige kritische Bemerkungen knüpfe, so thue ich es nur, weil ich in die Versuchsreihe eine neue Substanz, nämlich Kartoffelstärke, einführe, eine Substanz, die aber an den bisher erörterten Beobachtungen nicht nur nichts ändert, im Gegenteil in noch schärferem Lichte die hemmende Wirkung der Mucilaginosen bekundet.

Wie ich schon weiter oben bemerkt habe, befindet

sich der ClNa-Schenkel in fortwährender Aufregung, ich kann dieses Factum auch bei diesem und den folgenden Versuchen als „Nebenbefund" constatieren. Ferner schien es mir, dass die Zuckungen des Mucilago-Schenkels von der Concentration des angewandten Mucilago-Gemenges abhängig seien. Ich glaubte annehmen zu dürfen, dass der Mucilago-Schenkel öfter und kräftiger zuckt, je weniger Pflanzenschleim der reizenden Substanz hinzugesetzt wurde, oder positiv ausgedrückt: der Nerv reagiert auf einen Reiz um so energischer, je mehr die reizende Substanz ihre Wirkung entfalten kann. Diese Erwägungen nun zwangen mich, für die Wirkungsweise der Mucilaginosen einen Grenzwert zu bestimmen, d. h. eine Concentration zu finden, bei der die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosa eben noch vorhanden, aber noch nicht gleich Null ist. Als Grenzwert für die Wirkung der Kartoffelstärke glaube ich das Verhältnis 10 Amylum : 100 Aqua nehmen zu dürfen, namentlich dann, wenn wir den folgenden Versuch mit in Rechnung ziehen.

Versuch IX.

27. VI. Starker weiblicherr Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit; aequimolec. 5,85 % ClNa-Lösung	R.-A.	Zeit	5,85 % ClNa 20,0 gr. Amylum + 100 Aq. dest.	R.-A.
3^{30}	Präparat eingelegt		3^{30}	Präparat eingelegt	
3^{35}		$25^1/_2$	3^{35}		25
3^{37}	Schwache Zuckungen in den Zehen		3^{37}	Ruhe	
3^{39}	Desgl.		3^{39}	—	
3^{43}	Zuckungen i. d. Zehen und in der Wadenmusculatur		3^{43}	—	

Zeit		R.-A.	Zeit		R.-A.
3^{47} bis 3^{50}	Clon. Zuckungen i. d. ganzen Extremität		3^{47}	—	
3^{53} bis 3^{55}	Heftige clon. Zuckungen i. d. Wadenmusculatur		3^{53}	—	
4^{0}		27	4^{0}		$25^{1}/_{2}$
4^{8}	Desgl.			—	
4^{27}	Zuckungen in der Wadenmusculatur		4^{27}	—	
4^{30}		21	4^{30}		23
4^{45}		19	4^{45}		22
5^{20}	Es ist keine Zuckung mehr erfolgt	13	5^{20}		17

Mit diesem Versuch schliesse ich die Prüfung der Wirkungsweise des Kartoffelstärkekleisters ab.

Die beiden folgenden Experimente behandeln die Wirkung des Mucilago Althaeae auf motorische Nerven. Es läst sich brevi manu erwarten, dass die Wirkung des Althaeaschleims sich nicht von den bisher besprochenen Mucilaginosen unterscheidet, und thatsächlich ist es so; ein Blick auf die beiden Versuche belehrt uns über die reizlindernde Wirkung des Mucilago Althaeae in Bezug auf motorische Nerven.

Versuch X.

30. VI. Starker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit aequimolec. Lösung 5,85 % ClNa	R.-A.	Zeit	11,7 gr. ClNa 10 gr. rad. Althae. + 100 aq. dest.	R.-A.
11^{5}	Präparat eingelegt		11^{5}	Präparat eingelegt	
11^{13}	Erste Zuckung i. d. Wadenmuskulatur; Z. dauern fort		11^{13}	Ruhe	
11^{17}	Zuckungen i. d. Zehen		11^{17}	—	
11^{20}	Ruhe		11^{20}	II. Zehe zuckt	
11^{22}	Clon. Zuckungen i. d. Wadenmusculatur		11^{22}	Ruhe	
11^{35}	Zuckungen i. d. Zehen und in der Wadenmusculatur		11^{35}	—	
11^{37}	Ruhe		11^{57}	Schwache Zuckungen in den Zehen	
11^{53}		22	11^{55}		23
12^{0}	Clon. Zuckungen i. d. Wadenmusculatur		12^{0}	—	
12^{10}		$20^{1}/_{2}$	12^{10}		22
12^{20}		19	12^{20}		$21^{1}/_{2}$
12^{30}	Es ist keine Zuckung mehr erfolgt.	18	12^{30}		21

Versuch XI.

2. VII. Schwacher weiblicher Frosch.

Zeit	Wie Versuch X	R.-A.	Zeit	Wie Versuch X	R.-A.
11^{0}	Präparat eingelegt		11^{0}	Präparat eingelegt	
11^{15}		26	11^{5}		25
11^{5}		24	11^{15}		25

Zeit		R.-A.	Zeit		R.-A.
11^{21}	Zuckungen i. d. Zehen und in der Fussmusculatur		11^{21}	Ruhe	
11^{28}	Zuckungen in der Wadenmusculatur		11^{28}	—	
11^{29}	Ruhe		11^{29}	Kleine Zehe zuckt	
11^{30}		23	11^{30}		$24\frac{1}{2}$
11^{34} bis 11^{36}	Clon. Zuckungen i. d. Zehen u. Waden		11^{34}	—	
11^{40}		20	11^{40}		24
11^{44}	Clon. Zuckungen i. d. Extremität		11^{44}	—	
11^{50}		19	11^{50}		23
12^{0}		17	12^{0}		$21\frac{1}{2}$
12^{20}	Es ist keine Zuckung mehr erfolgt	14	12^{20}		18

Hiermit könnte ich das erste Kapitel: die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosen auf motorische Nerven verglichen mit Kochsalzlösung, beschliessen. Den Beweis nun für ihre thatsächliche reizlindernde Wirkung glaube ich hinlänglich beigebracht zu haben. Es käme jetzt noch darauf an, ihre Wirkung auch noch an einem Salze zu controlieren, das für die Nervensubstanz ein heftiges Gift ist. Liesse sich an der Hand von Versuchen beweisen, dass auch in diesem Falle die Mucilaginosen der Salzwirkung energisch hemmend in den Weg träte, der Nerv also länger reizbar bliebe, — so muss die reizlindernde Eigenschaft der Mucilaginosen auch für starke und stärkste Nervenreize anerkannt werden. Wenn wir auch a priori erwarten dürfen, dass der Mucilago auch einem derartigen

Salze gegenüber, z. B. einer ClK-Lösung, seine reizlindernde Wirkung behauptet, so ist dort die letztere so auffallend und geradezu überraschend, dass ich hier eine Reihe von Versuchen zur Beleuchtung des eben Angeführten beifügen muss.

Versuchsreihe III.

Versuch XII.

3. VII. Schwacher weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK	R.-A.	Zeit	0,93 gr. ClK 20 : 100 Mucil. Gummi arabic.	R.-A.
2^{48}	Präparat eingelegt	24	2^{45}	Präparat eingelegt	24
2^{53}		22	2^{50}		18
2^{58}		16	2^{55}		18
3^{3}		15	3^{0}		16
3^{8}		11	3^{5}		14
3^{13}		0	3^{10}		13
3^{18}		0	3^{15}		12
			3^{20}		11
			3^{25}		11
			3^{30}		10

Versuch XIII.

4. VII. Schwacher weiblicher Frosch.

Zeit	Die gleichen Verhältnisse wie bei Versuch XII	R. A.	Zeit	Wie bei Versuch XII	R. A.
2^{45}	Präparat eingelegt		2^{48}	Präparat eingelegt	
2^{50}		24	2^{53}		23
2^{55}		18	2^{58}		19
3^{0}		17	3^{3}		18
3^{5}		16	3^{8}		18
3^{10}		10	3^{13}		17
3^{15}		6	3^{18}		16
3^{20}		6	3^{23}		15
3^{25}		6	3^{26}		12

Wir haben hier zwei Versuche zu besprechen, die beide in gleich starker Concentration der zu prüfenden Substanzen angestellt wurden. Das Ergebnis ist bei beiden ein gleiches. Wir sehen, um dieses auch zu erwähnen, die überaus deletäre Wirkung der Kaliumsalze, zugleich aber finden wir die ausserordentliche reizlindernde Kraft des Mucilago Gummi arabici in der Concentration 20 : 100. Während die Erregbarkeit des ClK-Nerven bereits auf 0 angelangt ist, zeigt der Mucilagonerv noch eine Erregbarkeit, die einem Rollenabstande von 12 resp. 13 cm entspricht, eine Thatsache, die uns klar beweist, dass Pflanzenschleim einer Kaliumsalzlösung hinzugesetzt, deren Wirkung in hohem Grade abschwächt, besonders dann, wenn hohe Concentrationen von Mucilago zur Verwendung gelangen. Dieses werden auch die folgenden Versuche bestätigen, in denen ich einen Grenzwert für die Wirkungskraft der Mucilaginosen zu bestimmen suchte; die diesbezüglichen 3 Versuche lasse ich folgen:

Versuch XIV.

5. VII. Starker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK.	R.-A.	Zeit	0,93 gr. ClK Mucilago Gummi arabic. 10 : 100	R.-A.
11^{15}	Präparat eingelegt	19	11^{8}	Präparat eingelegt	
11^{20}		19	11^{13}		21
11^{25}		14	11^{18}		17
11^{20}		13	11^{23}		15
11^{25}		10	11^{28}		11
11^{30}		9	11^{33}		9
11^{35}		6	11^{38}		6
11^{40}		0	11^{43}		5
			11^{48}		4
			11^{53}		4
			11^{58}		3

Versuch XV.

5. VII. Starker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK.	R.-A	Zeit	0,93 gr ClK Mucilago Gummi arab. 5 : 100	R.-A.
3^{10}	Präparat eingelegt		3^{12}	Präparat eingelegt	
3^{15}		22	3^{17}		22
3^{20}		18	3^{22}		19
3^{25}		14	3^{27}		16
3^{30}		13	3^{32}		13
3^{35}		11	3^{37}		11
3^{40}		3	3^{42}		8
3^{45}		0	3^{47}		2
			3^{52}		1
			3^{57}		0

Versuch XVI.

6. VII. Mittelstarker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK	R.-A.	Zeit	0,93 gr. ClK 3 gr Mucil. Gummi arab. 3 : 100	R.-A.
11^{28}	Präparat eingelegt		11^{30}	Präparat eingelegt	
11^{33}		22	11^{35}		22
11^{38}		15	11^{40}		15
11^{43}		12	11^{45}		12
11^{48}		8	11^{50}		9
11^{53}		7	11^{55}		8
11^{58}		3	12^{0}		4
12^{3}		0	12^{5}		1
			12^{10}		0

Durch diese Versuche glaube ich wohl einen Grenzwert für die Wirkung der Mucilaginosen bestimmt zu haben und möchte die Concentration Mucilago Gummi arabici 5 : 100 als eben noch reizlindernd betrachtet wissen; denn von der reizlindernden Wirkung im Versuch XVI zu sprechen, hiesse zu weit gehen. Jedenfalls muss ich betonen, dass es für die Wirkung der Pflanzenschleime nicht gleichgültig ist, in welcher Concentration sie angewandt werden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es eine maximale Grenze giebt, d. h. eine so hohe Concentration, über die hinaus die Wirkung der Salzlösung fast vollständig oder ganz aufgehoben wird. Interessant wäre es jedenfalls diese — sagen wir Neutralisationswerte — zu bestimmen. Ebenso können wir von einer minimalen Grenze sprechen, von einer Concentration der Mucilagos, unter welcher der Pflanzenschleim keinen reizlindernden Einfluss mehr hat. Zwischen jenen Stufen liegen die für den Arzt brauchbaren Dosen, die als Menstrua bei scharf oder toxisch etc. wirkenden Stoffen mit Erfolg angewandt werden können.

Wir prüfen nun noch den Kartoffelstärkekleister und den Althaeaschleim, und finden, dass das Resultat, welches wir bei der Wirkungsweise der ClNa-Lösung erhalten haben, auch jetzt wieder zutrifft.

Versuch XVII.

9. VII. Mittelstarker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK	R. A.	Zeit	0,93 % ClK Amylum Solani 20:100 Aq. dest.	R.-A.
3^{15}	Präparat eingelegt	22	3^{15}	Präparat eingelegt	22
3^{20}		18	3^{20}		19
3^{25}		16	3^{25}		18
3^{30}		10	3^{30}		16
3^{35}		8	3^{35}		15
3^{40}		4	3^{40}		13
3^{45}		0	3^{45}		11
			3^{50}		10
			3^{55}		10
			4^{0}		9

Versuch XVIII.

11. VII. Mittelstarker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK.	R.-A.	Zeit	0,93 gr. ClK. Amylum Solani 10:100 ag. dest.	R.-A.
3^{20}	Präparat eingelegt	24	3^{20}	Präparat eingelegt	24
3^{25}		23	3^{25}		23
3^{30}		16	3^{30}		17
3^{35}		14	3^{35}		14
3^{40}		12	3^{40}		9
3^{45}		11	3^{45}		6
3^{50}		0	3^{50}		2
			3^{55}		2
			4^{0}		1
			4^{5}		0

Die wenigen Bemerkungen, die ich an die beiden Versuche mit Kartoffelstärke, wobei mir für die Wirkung desselben eine ClK-Lösung als Controle diente, knüpfe, sollen sich lediglich wieder auf die Bestimmungen des Grenzwertes beschränken. Schon im Versuch VIII habe ich das Verhältnis 10 Amylum : 100 Aqua als minimale Wirkungsgrenze angesprochen und muss bei dieser Angabe verharren. Auch bei den beiden folgenden Experimenten, die sich mit der Prüfung des Althaeaschleims auf motorische Nerven befassen, habe ich einen Grenzwert zu bestimmen gesucht; ich fand, dass 7 Rad. Althaea auf 100 Aqua eben noch reizlindernd wirken.

Versuch XIX.

10. VII. Schwacher weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK Lösung	R.-A	Zeit	0,93 gr ClK. Mucilago Althaea 10 : 100 Aq. dest.	R.-A.
2^{50}	Präparat eingelegt	24	2^{50}	Präparat eingelegt	24
2^{55}		20	2^{55}		22
3^{0}		18	3^{0}		21
3^{5}		15	3^{5}		19
3^{10}		9	3^{10}		14
3^{15}		3	3^{15}		10
3^{20}		0	3^{20}		9
3^{25}		0	3^{25}		7
			3^{30}		6
			3^{35}		5
			3^{40}		4
			3^{45}		4
			3^{50}		2
			3^{55}		0

Versuch XX.

17. VII. Starker weiblicher Frosch.

Zeit	Reizende Flüssigkeit 0,46 % ClK	R.-A.	Zeit	0,93 gr ClK Mucilago Althaea	R.-A.
2^{15}	Präparat eingelegt	25	2^{15}	Präparat eingelegt	24
2^{20}		21	2^{20}		23
2^{25}		18	2^{25}		20
2^{30}		10	2^{30}		18
2^{35}		8	2^{35}		12
2^{40}		2	2^{40}		9
2^{45}		0	2^{45}		4
			2^{50}		3
			2^{55}		1
			3^{0}		0

Fassen wir die Resultate, die wir bei der Prüfung betreffs der Wirkung der Mucilaginosen auf motorische Nerven gefunden haben, zusammen, so müssen wir den Satz aufstellen, dass die Mucilaginosa reizlindernd wirken. In Folgendem soll uns nun die Frage beschäftigen: „Welche Eigenschaft der Mucilaginosa bewirkt diese Reizlinderung?“

Wie wir im Anfange unserer Betrachtungen betont haben, kommt eine chemische Wirkung der Mucilaginosa nicht in Betracht, es handelt sich vielmehr um einen physikalischen Vorgang; die Pflanzenschleime, fadenziehend und zäh wie sie sind, umhüllen die betreffenden Moleküle der reizenden Substanzen und halten so den Reiz von der Nervensubstanz fern — in Organen von den Nervenendigungen. Sie schützt die Nerven in ähnlicher Weise wie wir uns durch Ein-

hüllungen etc. gegen Unbilden und Gefahren des Wetters zu decken suchen.

Ein zweiter, wichtiger Punkt kommt für den Effect, den die Mucilaginosen äussern, in Betracht: sie schützen den Nerv vor Vertrocknung. Wir wissen, dass durch viele concentrierte Lösungen, von neutralen Alkalisalzen etc. Wasserentziehung erfolgt. Wenn ich nun auch nicht behaupten will, dass der Schutz vor Vertrocknung ein ebenso bedeutendes Moment wie das zuerst Angeführte ist, so muss es doch bei der Beurteilung der Wirkungsweise der Mucilaginosa schwer in die Wagschale fallen. Meine Beobachtungen, die ich in dieser Hinsicht gemacht habe, gestalten sich folgendermassen. Der Nerv, welcher längere Zeit in dem Mucilagogemisch gelegen hat, sieht grauweiss aus; er ist breiter, „gequollener“ wie der Controlnerv; diese vermeintliche Ausdehnung in die Breite rührt jedoch davon her, dass der Nerv, umhüllt von dem Pflanzenschleim, kein oder nur wenig Wasser von seinem normalen Gehalt verloren hat. Ob auch eine wirkliche Wasseraufnahme statt hat, vermag ich nicht zu constatieren. Auf diese Eigenschaft der Mucilaginosa, dass sie die Wasserabgabe der Nervensubstanz verhindern, muss besonders Wert gelegt werden.

II. Teil.

Die Wirkung der Mucilaginosa auf sensible Nerven.

In der Einleitung zum zweiten Teile der Arbeit möchte ich die Art und Weise schildern, wie ich die reizlindernde Wirkung der Pflanzenschleime auf sensible Nerven prüfte. Auch hier verfuhr ich nach dem Beispiele Grützners.

Es diente mir als Versuchsobject Rana esculenta. Und zwar beschränkte ich mich hauptsächlich darauf, die Sensibilität der Hautnerven zu prüfen, sowohl an Tieren, deren Rückenmark mit dem Paquelin durchbrannt war, als auch an ganz unversehrten Exemplaren. Dabei wandte ich folgende Methode an: der Frosch wurde auf ein Froschbrett gespannt und das Rückenmark zwischen dem zweiten und dritten Brustwirbel mit dem Thermokauter unter grosser Vorsicht durchbrannt, dann wartete ich beträchtliche Zeit nach dieser Operation, hing dann den Frosch mit einer Klemme am Unterkiefer an ein Stativ, die hinteren Extremitäten tauchten in 2 gleich grosse und tiefe Glascylinder, welche die betreffenden Flüssigkeiten enthielten. Natürlich tauchten die Extremitäten nur mit der grossen Zehe resp. dem halben Fusse in die Prüfungsflüssigkeiten, zuckte der Fuss — hatte also die Substanz ihre Wirkung geäussert — so wurde die

verflossene Zeit (vom Beginn des Eintauchens an bis zur Zuckung der Zehe) notiert, die Extremität in Wasser abgewaschen und gut abgetrocknet. Auf diese Weise erhielt ich gute Resultate und glaube jede Fehlerquelle vermieden zu haben.

Ferner wandte ich folgende Methode an, mit der ich vorzügliche Resultate erzielte. Ich durchbrannte einem Frosch das Rückenmark; geraume Zeit nach diesem Eingriff legte ich den Frosch auf ein Brettchen, bedeckte von jeder Extremität die Hälfte des Fusses mit zwei Wattebäuschchen, die mit a, der reizenden Controlsubstanz b, des Mucilagogemisches getränkt waren. So ruhte der Schenkel A zwischen 2 Wattebäuschchen getränkt mit der reizenden Substanz, der Schenkel B zwischen solchen, die mit Mucilagogemenge getränkt waren. Auf diese Weise war es mir möglich, genau die Zeitdifferenz zwischen der Zuckung des Schenkels A und B zu messen.

Ich habe die Methoden etwas genauer geschildert, um von vornherein mir den Vorwurf einer Ungenauigkeit zu ersparen. Waren schon die Schwierigkeiten bei den Versuchen, wie ich sie im ersten Teile der Arbeit schilderte, nicht unbedeutende, so stellten sie sich mir bei der Ausführung des zweiten Teiles noch in grösserem Masse entgegen. Erstens ist der Frosch ein Objekt, das bei der vorsichtigsten Behandlung doch noch jedenfalls individuelle Differenzen hat, und so lassen sich auch einige Zahlenunterschiede erklären. Zweitens aber kann bei der Durchbrennung des Rückenmarks leicht ein Teil desselben unterhalb der betreffenden Stelle „überhitzt“ werden, und so den Versuch zu nichte machen; immerhin aber ziehe ich die Durch-

brennung der Durchschneidung vor, denn der Blutverlust bei letzterer ist so enorm, dass die Versuche unbedingt dadurch beeinträchtigt werden müssen. Drittens sind die Prüfungsflüssigkeiten es selbst, die uns Schwierigkeiten machen. Um die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosen auf sensible Nerven zu prüfen, verwandte ich als reizende Controlsubstanzen 1. Salze, 2. Säuren, 3. ätherische Oele. Die Salze haben den Nachteil, dass sie nur in sehr hohen Concentrationen wirken, man also gezwungen ist, sobald ihr Lösungsgrad überschritten ist, die Prüfung aufzugeben (so bei ClK).

Anderseits haben die ätherischen Oele das missliche, dass sie in Wasser nicht löslich sind, Alkohol aber Mucilago ausfällt. So sah ich mich leider genötigt die Prüfung des Terpentinöls und des Ol. Menthae piperitae aufzugeben. Ich erzielte nur Resultate mit Senföl, indem ich auf folgende Weise vorging: ich zerrieb einen Tropfen in einer indifferenten Substanz z. B. Talk, schüttete diese Gemenge in einen Cylinder mit 100 Aq. dest., schüttelte tüchtig um, und filtrierte ab; von diesem Filtrat verdünnte ich 50 cbcm mit 50 cbcm Wasser und den Rest mit 50 cbcm eines Mucilago Gummi arabici von 5 : 100. Ich verfuhr also fast ebenso, wie ich es Seite 9 auseinandergesetzt habe.

Die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosen auf sensible Nerven erprobte ich mit Mucilago Gummi arabici. Ich habe mich absichtlich auf die Prüfung dieses einen beschränkt, denn wie wir im ersten Teile gesehen haben, förderte die Prüfung der einzelnen Mucilaginosen keine wesentlichen Unterschiede zu Tage.

Wir beginnen mit der Frage: „Wie verhält sich

der Mucilago Gummi arabici bei Reizung sensibler Nerven von Seiten verschiedener Säuren?“

A. Säuren.

Frosch mit durchbranntem Rückenmark.*)

Grosse Zehe taucht ein in

0,1 % HCl.	0,2 % HCl Mucilago 5 : 100
Zuckung links nach 6 Sekd.	Zuckung links nach 50 Sekd.
„ rechts „ 6 „	„ rechts „ 50 „
„ links „ 6 „	„ links „ 50 „
„ rechts „ 6 „	„ rechts „ 50 „

0,1 % HCl	0,2 % HCl Mucilago 10 : 100
Zuckung links nach 6 Sekd.	Zuckung links nach 90 Sekd.
„ rechts „ 6 „	„ rechts „ 90 „
„ links „ 6 „	„ links „ 90 „
„ rechts „ 6 „	„ rechts „ 90 „

Folgende Zahlen erhält man wenn man die Hälfte des Fusses legt zwischen Wattebäuschchen getränkt mit:

0,1 % HCl	0,2 % HCl Mucilago 5 : 100
Zuckung rechts nach 4 Sekd.	Zuckung links nach 32 Sekd.
„ links „ 4 „	„ rechts „ 32 „

Frosch mit durchbranntem Rückenmark.

Grosse Zehe taucht ein in

0,1 % Essigsäure	0,2 % Essigsäure Mucilago 5 : 100
Zuckung rechts nach 12 Sek.	Zuckung links nach 22 Sek.
„ links „ 12 „	„ rechts „ 22 „

*) Ich bemerke, dass ich alle diese Versuche häufig wiederholte und sie nur der Kürze halber, da sie dieselben Zeitdifferenzen zeigen, einmal anführe.

0,1 % Essigsäure	0,2 % Essigsäure Mucilago 10 : 100
Zuckung rechts nach 12 Sek.	Zuckung links nach 35 Sek.
„ links „ 12 „	„ rechts „ 35 „

Durchbrennt man einem Frosch das Rückenmark nicht, so gestalten sich die Verhältnisse folgendermassen:

0,1 % HCl	0,2 % HCl Mucilago 10 : 100
Zuckung rechts nach 8 Sek.	Zuckung links nach 100 Sek.
„ links „ 8 „	„ rechts „ 100 „

0,1 % Essigsäure	0,2 % Essigsäure Mucilago 5 : 100
Zuckung rechts nach 10 Sek.	Zuckung rechts nach 22 Sek.
„ links „ 10 „	„ links „ 22 „

Dies sind die Resultate, die ich bei der Prüfung der reizlindernden Wirkung der Mucilaginosen auf sensible Nerven in Bezug auf Säuren erhielt. A priori liess sich nicht erwarten, dass sie auch in diesem Falle reizlindernd wirken würden; aber wenn es heisst, „Zahlen beweisen", so gebührt unseren Resultaten sicherlich das Attribut einer überzeugenden Beweiskraft. Die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Zuckungen sind so bedeutend, dass wir von einer wirklichen reizlindernden Kraft der Mucilaginosen sprechen dürfen. Wie gestalten sich nun die Verhältnisse, wenn wir statt der Säuren eine Salzlösung in die Versuchsreihe einführen?

B. Salze.

Frosch mit durchbranntem Rückenmark.

Grosse Zehe taucht ein in

12 % ClNa-Lösung	24 % ClNa-Lösung Mucilago 10 : 100
Linke Zehe zuckt nach 6 Sek.	Linke Zehe zuckt nach 12 Sek.
Rechte „ „ „ 6 „	Rechte „ „ „ 12 „
Zuckung nach 6 „	Zuckung nach 12 „
Hebung „ 8 „	Hebung „ 20 „

Frosch mit unversehrtem Rückenmark.

10 % ClNa-Lösung	20 % ClNa-Lösung Mucilago 10 : 100
Linker Schenkel zuckt n. 30 Sek.	Linker Schenkel zuckt n. 90 Sek.
Rechter „ „ „ 30 „	Rechter „ „ „ 90 „

Die Versuche, die ich mit Mucilaginosen in den Fällen anstellte, in denen Salzlösungen die sensiblen Nerven reizten, habe ich an dieser Stelle erwähnt. Auch hier tritt offenbar die reizlindernde Kraft eines Mucilago zu Tage.

Erwähnen muss ich noch, dass ich auch mit 6% ClK-Lösung Versuche machte, leider konnte ich aber — wegen der anzuwendenden hohen Concentration — keine Resultate erzielen.

C. Aetherische Oele.

Frosch mit durchbranntem Rückenmark.

2 Tropfen Ol. Sinapis auf 100 Aq. dest., davon 50 cbcm. auf 50 cbc. Aq.	50 cbcm von dieser Mischung auf 50 cbcm Mucilago 5 : 100
Linker Schenkel zuckt n. 6 Sek.	Linker Schenkel zuckt n. 20 Sek.
Rechter „ „ „ 6 „	Rechter „ „ „ 20 „

Frosch mit durchbranntem Rückenmark.

1 Tropfen Ol. Sinapis auf 100 Wasser, 50 cbcm. auf 50 cbcm Aq. dest.	50 cbcm von dieser Mischung auf 50 cbcm Mucilago zu 10 : 100
Zuckung links nach 16 Sek.	Zuckung links nach 34 Sek.
„ rechts „ 16 „	„ rechts „ 34 „

Auch in den Fällen, in denen ich als Reizmittel für sensible Nerven ätherische Oele anwandte, zeigt sich die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosa, und zwar sind die Zeitunterschiede ganz erhebliche. Natürlich genügte mir die Prüfung eines ätherischen Oeles nicht, mit Pfeffermünzöl und Terpentinöl habe ich viele Experimente angestellt, die aber leider keine einheitlichen Resultate ergaben. Ol. Terebinthinae wandte ich z. B. in einer Concentration von 3 cbcm auf 100 Wasser (nach oben angegebener Methode) an, aber eben in den schlechten Mischungsverhältnissen ist der Grund für das Misslingen der Experimente zu suchen.

Ich komme zum Schlusse meiner Betrachtungen und möchte noch einmal die gewonnenen Resultate zusammenfassen.

Aus dem ersten Teile der Arbeit ist zu Genüge hervorgegangen, dass die Mucilaginosen entschieden reizlindernd auf motorische Nerven wirken; der zweite Teil der Arbeit hat den Beweis auch für sensible Nerven geliefert.

Wenn nun auch die Versuche nur an Froschnerven gemacht wurden, und die gewonnenen Resultate nicht einfach auf Säugetiernerven zu übertragen sind, so bleibt es uns immerhin überlassen, dieses per analogiam anzunehmen. Ich habe zwar versucht — leider

auch ohne Resultat die reizlindernde Wirkung der Mucilaginosa bei sensiblen Säugetiernerven zu prüfen. Zu diesem Zwecke durchbrannte ich unter antiseptischen Cautelen einer weissen Maus das Rückenmark, vernähte dann die Haut über der Wunde und liess die Tiere 24 Stunden nach der Operation ruhig liegen. Am anderen Tage versuchte ich die hinteren Extremitäten oder das Schwanzende mit Säuren, ätherischen Oelen, Alkalien zu reizen, aber ohne Erfolg (selbstverständlich waren die operierten Tiere reactionsfähig). Für die Erklärung dieses Misserfolges sind 2 Möglichkeiten vorhanden, 1. die angewandten Reizmittel waren zu schwach, 2. die Methode für eine sichtbare Wahrnehmung des stattgehabten Reizes war nicht präcis genug. Erstere Möglichkeit glaube ich mit absoluter Sicherheit ausschliessen zu dürfen; dagegen scheint mir der erwähnte zweite Punkt zuzutreffen. Denn versucht man die Maus aufzuhängen und die Zehen einzutauchen, so stören die energischen Widerstandsbewegungen des zappelnden Tieres die Beobachtung in dem Grade, dass man von vornherein auf ein einwurffreies Resultat verzichten muss. Ich habe diese Versuche erwähnt; für die Richtigkeit des bewiesenen Themas werden sie ohne Einfluss sein.

D. Die Wirkung des Mucilagos bei Reizung artificiell gesetzter Wunden.

In diesem Kapitel habe ich Versuche nach dem Vorgange Grützners angestellt; als Versuchsperson diente Herr Dr. med. B. und Verfasser. Es wurden mit dem von Grützner angegebenen Messer unter den gleichen Cautelen wie bei seinen Versuchen auf der

Mitte der Dorsalseite der Vorderarme gleich tiefe und lange Wunden angelegt und diese gereizt, a) mit Salzen, b) Säuren, c) ätherischen Oelen. Als reizlindernden Mucilago verwandte ich Mucilago Gummi arabici in der Concentration 10 : 100. Ich verfuhr dabei ähnlich wie bei den früheren Versuchen. Mit einem feinen Haarpinsel bestrich ich die Wunden mit der zu prüfenden Flüssigkeit; nach jedem Versuche wurde Wunde und Pinsel in 0,6 % ClNa-Lösung ausgewaschen und abgetrocknet. Bald prüfte ich die Schmerzempfindung auf einem Arm allein, bald bestrich ich beide Wunden mit verschiedenen Flüssigkeiten und mass so die Zeitdifferenz zwischen den jeweiligen Schmerzensäusserungen der Versuchsperson. Ich gebe nun hier meine Versuche und deren Resultate an.

1. Salze.

Versuchsperson Dr. med. B. Wunden um 3 Uhr am 7./V. 95 angelegt. Beginn des Versuchs 3^{10}. B. erhält die Augen verbunden.

11,68 % ClNa Lösung, davon 50 cbcm mit 50 cbcm Aq. dest. verdünnt = 5,84 % ClNa.

3^{10} Wunde mit dieser Lösung mit einem feinen Haarpinsel bestrichen. Nach 24 Sekunden beginnt brennendes Gefühl, das sich allmählich steigert und nach 60″ zum heftigen Schmerze wird. Der Versuch auf beiden Armen abwechselnd öfters wiederholt, ergiebt die gleichen Resultate.

11,68 % ClNa-Lösung, davon 50 cbcm mit 50 cbcm Mucilago Gummi arabici 10 : 100 verdünnt.

$3^{30'}$ Wunde mit dieser Lösung mit einem feinen Haarpinsel bestrichen; nach 45″ prickelndes Gefühl, das nicht intensiver wird und das sich auch bei längerer Dauer des Versuchs (3′) nicht bis zum Schmerze steigert. Versuch öfters wiederholt.

8./V. 95. Versuchsperson Dr. med. B. 11^h Wunde angelegt. 10^{10} B. erhält die Augen verbunden.

7,4% ClK-Lösung, davon 50 cbcm mit 50 cbcm Aq. dest. verdünnt = 3,7% ClK.

11^h $11'$ Sofort beissender Schmerz, der ganz unerträglich ist. (Mehrmals wiederholt).

7,4% ClK-Lösung, davon 50 cbcm mit 50 cbcm Mucilago Gummi arabici 10 : 100 verdünnt.

11^h $30'$ Nach 10 Sekunden stechendes Gefühl das ganz allmählich zunimmt, sich aber nicht bis zur Unerträglichkeit — auch nach 75" nicht — steigert.

2. Säuren.

10./V. 95. Versuchsperson L. K. 10^h $20'$ Wunden angelegt. 10^h $30'$ Augen verbunden.

0,5% Salzsäure.

10^h $31'$ Wunde fein bestrichen. Direkt nach Bestreichen der Wunde ganz intensiver Schmerz, so dass die Versuchsperson sofort den Arm zurückzieht. Die gleichen Ergebnisse bei öfterer Wiederholung der Versuche in abwechselnder Reihenfolge.

10^{42} 1% HCl davon 50 cbcm mit 50 cbcm Mucilago Gummi arabici 10 : 100 verdünnt. Wunde gereizt. Nach Verlauf von 12" prickelndes Gefühl, das sich nicht bis zum ausgesprochenen Schmerze steigert, obwohl die Flüssigkeit stets 2–3 Minuten auf der Wunde blieb.

3. Aetherische Oele.

11./V. 95. Versuchsperson L. K. 10^h $30'$ Wunden angelegt. 10^h $35'$ Beginn des Versuches. Augen verbunden.

1 Tropfen Senföl auf 100 Aq. dest. (nach der auf Seite 35 angegebenen Methode hergestellt) davon 50 cbcm mit 50 cbcm Aq. dest. verdünnt.

Nach 10 Sekunden sofort Schmerz, der nach 12 Sekunden unerträglich ist. Oefters wiederholter Versuch.

---

1 Tropfen Senföl auf 100 Aq., davon 50 cbcm mit 50 cbcm Mucilago Gummi arabici 10 : 100 verdünnt.

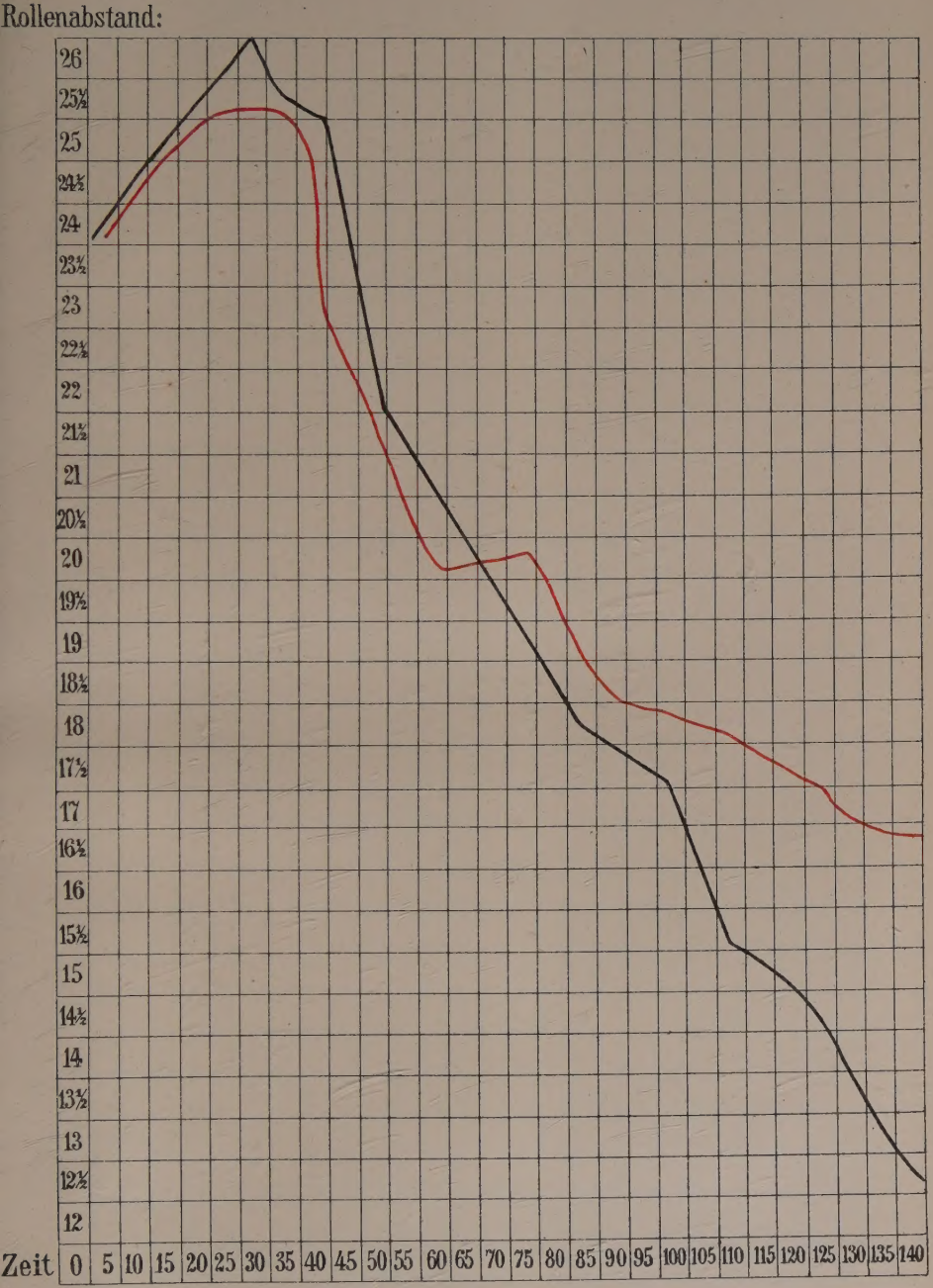
12^h $0'$ Nach 17 Sekunden Brennen, das sich allmählich steigert, nach 30" etwas stärker wird, aber auch bei längerer Dauer nicht intensiven Schmerz hervorruft.

Ich habe diese Versuche lediglich in der Absicht angestellt, um eine Bestätigung meiner Resultate zu finden. Diese glaube ich nun durch die letzten ganz augenfälligen Thatsachen erlangt zu haben.

Zum Schlusse erlaube ich mir Herrn Professor Dr. Tappeiner für die Anregung zu dieser Arbeit, wie für die stetige Unterstützung, die er mir während der Ausführung derselben zuteil werden liess, meinen besten Dank auszusprechen.

Litteratur.

1. Brandl, Zeitschrift für Biologie 1894. Ueber Resorption und Secretion in Magen und deren Beeinflussung durch Arzneimittel.
2. Schmiedeberg, Grundriss der Arzneimittellehre 1883. Pag. 144.
3. Grützner, Im Archiv für gesamte Physiologie. Ueber chem. Reizung motorischer und sensibler Nerven.
4. Münchener med. Wochenschrift 41. Jhrg. No. 1. Grützner. Ueber chem. Reizung sensibler Nerven.


Rollenabstand:
26
25½
25
24½
24
23½
23
22½
22
21½
21
20½
20
19½
19
18½
18
17½
17
16½
16
15½
15
14½
14
13½
13
12½
12
Zeit
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140